

## ЕКОЛОГІЯ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА МІНЕРАЛЬНО-СИРОВИННІ РЕСУРСИ

УДК 504.75.05

Палійчук О.В.

*Івано-Франківський національний  
технічний університет нафти і газу*

### ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПРИРОДНОГО СТАНУ ДОВКІЛЛЯ В ПРОЦЕСІ РОЗРОБКИ КАЛІЙНИХ РОДОВИЩ

Розглянуті методи прогнозування зміни природного стану довкілля в процесі розробки калійних родовищ. Основними є інженерно-геологічний, гідрогеологічний, геохімічний та метод аналогії. Встановлено, що кожен метод досліджень суттєво впливає на прогнозне оцінювання змін. Найбільш вагомим для кількісного прогнозування впливу техногенних чинників на природне середовище є метод аналогії.

**Ключові слова:** геологічне середовище, калійне родовище, методи прогнозування, техногенні чинники, напрямки досліджень.

Рассмотрены методы прогнозирования изменения естественного состояния окружающей среды в процессе разработки калийных месторождений. Основными являются инженерно-геологический, гидрогеологический, геохимический и метод аналогии. Установлено, что каждый метод исследований существенно влияет на прогнозную оценку изменений. Наиболее весомым для количественного прогнозирования влияния техногенных факторов на окружающую среду является метод аналогии.

**Ключевые слова:** геологическая среда, калийное месторождение, методы прогнозирования, техногенные факторы, направления исследований.

The article describes methods of forecasting of environmental changes during the development of potash deposits.

The main methods are engineering and geological, hydro-geological, geochemical and analogy methods.

It is found that each method of research substantially affects the prognostic assessment of changes.

The most important method for the quantitative prediction of the impact of anthropogenic factors on the environment is analogy method.

**Keywords:** geological environment, potash deposit, forecasting methods, technological factors, areas of research.

**Актуальність проблеми.** Ні один вид трудової діяльності людини не впливає так руйнівно на довкілля, як розробка калійних родовищ. Насамперед, вплив виявляється у найважливішій особливості калійних руд та соленосних порід – їх легкій розчинності.

Результати досліджень проблеми охорони навколишнього середовища в гірничо-видобувних роботах викладені в роботах О.М. Адаменка [1], А.Н. Андрєєчева [2], В.А. Мироненка [3], Р.С. Пермякова [4], Я.М. Семчука [5, 6] та інших.

Встановлено, що зміни природного довкілля під дією техногенних чинників виникають з початку експлуатації калійних родовищ. Змін зазнають різні компоненти геологічного середовища, які в методологічному відношенні є об'єктами різних досліджень: власне геологічних, гідрогеологічних, інженерно-геологічних, геохімічних, фізико-геологічних, біолого-екологічних тощо. Кожен з видів досліджень суттєво впливає на прогнозну оцінку зміни навколишнього середовища в цілому і, тому, може бути розглянутий як самостійний метод прогнозування.

Зазначимо, що у Передкарпатському прогині налічується 16 калійних родовищ (рис. 1), які у майбутньому можуть розроблятися підземним та відкритим способами. Наведені у статті методи прогнозування природних змін довкілля є актуальними.

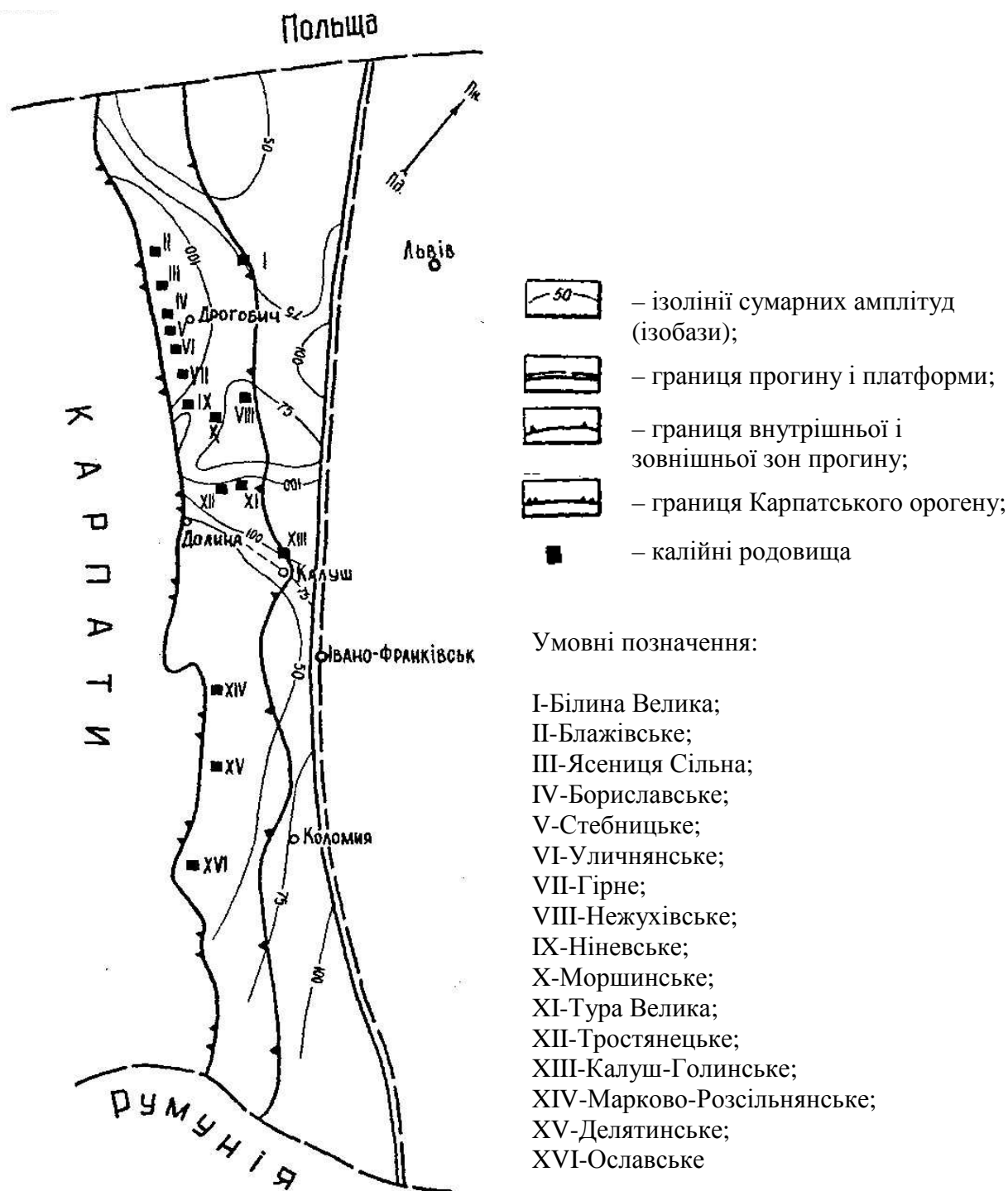


Рис. 1. Схема розташування калійних родовищ у Передкарпатському прогині

**Виклад основного матеріалу.** Методи геологічного прогнозу об'єднують три різні напрямки досліджень. Основним завданням першого напрямку досліджень є одержання вихідних даних (параметрів) для складання проектів кондицій і будівництва калійних підприємств. На основі цих вихідних даних розраховуються очікувані об'єми видобування і переробки руд, відробленого простору, площі, необхідні під солевідвали і хвостосховища, тобто всі параметри, які складають основу техногенних критеріїв прогнозування змін геологічного середовища.

Основне завдання другого напрямку досліджень – встановлення напрямку сучасного тектонічного розвитку геологічного середовища. Воно включає вивчення неотектонічних рухів, форм їх проявів (методами геофізичних досліджень морфо-структурного аналізу, інструментального нівелювання, дешифрування аеро-космознімків), а також зв'язок неотектоніки з геологічною будовою родовища. В кінцевому підсумку визначається сучасний геодинамічний режим (активний, стаціонарний) і знак руху всього масиву (додатній, від'ємний). Цей напрям досліджень разом з іншими методами прогнозування (гідрогеологічним і інженерно-геологічним) дає можливість визначити масштабність і характер змін зовнішньої зони геологічного середовища, розмістити на поверхні землі солевідвали і хвостосховища. Воно здійснюється на всіх стадіях розвідки, особливо на попередній стадії.

Основним завданням третього напрямку досліджень є визначення надійності застосування кількісного прогнозування масштабу і характеру дії техногенних факторів на геологічне середовище калійних родовищ. Надійність застосування кількісного прогнозування обґрунтовується методами аналогії і екстраполяції. Для цього проводяться типізація і районування геологічного середовища калійних родовищ.

Для розроблення методів гідрогеологічного прогнозування зміни навколишнього середовища в нових калієносних регіонах необхідні дані про:

- гідрогеологічну будову зовнішньої зони геологічного середовища (границі надсолевих водоносних горизонтів, заболочених долин, площу природного заболочення і затоплення, засолення і осушення, площі виходів на поверхню зон живлення і розвантаження вод, їх хімічний склад і ступінь мінералізації, характеристику поверхневих водотоків, тощо);
- режим підземних і поверхневих вод (рівень ґрунтових вод, швидкість і напрям їх потоку);
- водно-фізичні властивості відкладів зони аерації;
- гідрогеологічні і гідрохімічні умови підсоленосних відкладів з метою вивчення можливості захоронення промислових стоків в поглинаючі горизонти;
- ступінь захищеності ґрунтових вод від забруднення і засолення.

Природна захищеність підземних вод залежить в основному від таких факторів: потужності і літології слабопроникних відкладів в зоні аерації, глибини залягання рівня ґрунтових вод (або потужності зони аерації). Головними із них є потужність і літологія слабопроникних відкладів. Під слабопроникними треба розуміти тонкодисперсні породи з коефіцієнтом фільтрації менше 0,1 м/доба. До таких порід відносяться глини, суглинки, супіски, тонкозернисті глинисті піски. Літологія і мінеральний склад слабопроникних відкладів зумовлюють їх фільтраційні і сорбційні властивості. Останні стосовно до регіональних і якісних оцінок захищеності, як правило, не враховуються. Їх визначення доцільно проводити при великомасштабних детальних дослідженнях для конкретних джерел забруднення і засолення. Практичне врахування сорбції в процесі оцінювання захищеності підземних вод ускладнюється відсутністю фактичних даних про поглинання різних речовин породами різного мінерального складу і вимагає в кожному конкретному випадку спеціальних досліджень.

Природна захищеність ґрунтових вод, яка оцінена за трьома чинниками (потужності слабо проникних відкладів в зоні аерації, їх літології і глибині залягання вод), може бути виражена в балах з використанням показників захищеності. Такий підхід дасть можливість об'єктивно порівнювати різні території калійних регіонів за їх захищеністю. В процесі гідрогеологічного прогнозування використовуються методи:

- гідрогеологічна зйомка масштабу 1:5000 – 1:25000;
- гідрогеологічні спостереження, гідрохімічні дослідження і вивчення водно-фізичних властивостей відкладів зовнішньої зони геосередовища в процесі буріння геологорозвідувальних свердловин (на всіх стадіях розвідки);

- методи проведення дослідно-фільтраційних робіт в процесі буріння гідрогеологічних свердловин на стадії детальної розвідки;
- геофізичні методи (різні методи електричного каротажу, метод витратометрії);
- методи вивчення режиму підземних (на стадії детальної розвідки) і поверхневих (на всіх стадіях розвідки) вод;
- методи дистанційної інформації (дешифрування аерофотознімків, космознімків, космофотосхем і космофотокарт) на стадії попередньої розвідки.

В результаті проведення гідрогеологічних досліджень вказаними методами прогнозуються масштаби і інтенсивність негативної дії калійних підприємств на геологічне середовище (площі затоплення, заболочування, осушення, засолення, карстоутворення).

Для інженерно-геологічного прогнозування необхідні:

- фізико-механічні властивості в природному стані всіх різниць порід надсолевого (включаючи рихлі, слабозв'язані ґрунти) і солевого комплексу, районування території по фізико-механічних властивостях порід зони аерації;
- літологія, мінералогія, петрографія, гранулометрія відкладів зони аерації, включаючи четвертинні, їх типізація, площі розповсюдження відкладів різного типу;
- форми проявів сучасних рельєфоутворюючих процесів, їх розвиток по площі;
- ступінь напруженого стану порід гірничого масиву.

Вихідні дані для розв'язання вказаних завдань, з метою проведення інженерно-геологічного прогнозу, визначаються такими методами досліджень:

- інженерно-геологічне опробування геологорозвідувальних і гідрогеологічних свердловин (на всіх стадіях розвідки залежно від типу порід) та лабораторні дослідження методами мінералого-петрографічного і гранулометричного аналізів, фізико-механічних дослідів;

– інженерно-геологічна зйомка масштабу 1:25000 (на стадії попередньої розвідки) і 1:10000 (при детальній розвідці), в процесі якої картується на поверхні землі форми проявів сучасних рельєфоутворюючих процесів, контури розповсюдження генетичних типів відкладів зони аерації, їх динамічний стан і фільтраційні властивості.

В кінцевому підсумку, після проведення інженерно-геологічних досліджень на стадіях попередньої і детальної розвідки, складається карта інженерно-геологічного прогнозування зміни стану геологічного середовища під час освоєння родовищ калійних солей. Інженерно-геологічні дослідження під наземні споруди (хімічні підприємства, солевідвали, хвостосховища, дренажна траншея) повинні проводитися на стадії проектно-вишукувальних робіт після детальної розвідки.

Роль геохімічного прогнозування виявляється в необхідності одержати при розвідці калійних родовищ такі вихідні дані:

- хімічний склад корисних копалин, промислових відходів, надлишкових розсолів, які плануються складувати в підземні поглинаючі горизонти, пластових вод цих горизонтів, а також підземних вод водоносних горизонтів зони аерації;
- вміст шкідливих елементів – домішок в промислових відходах, одержаних в процесі переробки калійних руд флотаційним методом;
- експериментальні дані про змішування промислових стоків і пластових вод поглинаючих горизонтів;
- агрохімічна характеристика рослинного шару з біоценозами.

Основними методами досліджень є:

- опробування порід, твердих промислових відходів, природних вод і промислових стоків;
- лабораторне вивчення їх хімічного складу;
- експериментальне моделювання сумісності промстоків з пластовими водами і породами в умовах, наближених до реальних;

– агрохімічна зйомка території з оцінюванням народногосподарського значення земельних угідь. В результаті досліджень оцінюються можливі масштаби забруднення ґрунтів, закачки промстоків в поглинаючі горизонти і визначається шкода, заподіяна рослинному шару.

Необхідно зазначити, що перераховані вище методи прогнозування зміни різних компонентів геологічного середовища калійних родовищ можуть бути ефективними тільки при комплексному їх застосуванні.

Для кількісного прогнозування впливу техногенних факторів на природний стан геологічного середовища калійного середовища, яке планується до відпрацювання, використаємо метод аналогії. З цією метою здійснюють типізацію, районування і вибір близьких критеріїв геологічного середовища цього родовища і того, яке експлуатують. Ми практично застосували метод аналогії для оцінювання зміни гідрохімічної обстановки в межах родовища Велика Белина, яке в майбутньому можна розробляти кар'єрним способом. Аналогом є Домбровський кар'єр Калуш–Голинського родовища, який має схожі геологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні умови з родовищем Велика Белина. Родовище Велика Белина, як і Домбровський кар'єр, розміщуються у фронтальній частині самбірського покриву Передкарпатського погину, в 20 км. на північ від м. Дрогобича. В результаті вивчення геологічної будови родовища виявилось, що воно розділено на два блоки тектонічним порушенням, до глибини 170 м (проектна глибина відпрацювання Домбровського кар'єру) зосереджено 190 млн.т. запасів калійної сировини, що дало можливість зробити висновок про доцільність експлуатації родовища Велика Белина відкритим (кар'єрним) способом.

Вихідні дані для порівняння були одержані на основі сорокарічної експлуатації Домбровського кар'єру. В процесі розробки родовища Велика Белина площі соляних виступів кар'єру і солевідвалів будуть щороку збільшуватися відповідно на 9 і 3,3 га. Прогнозований об'єм розсолів вилуговування на кінець освоєння родовища можна обчислити за формулою

$$V = \frac{(g_1 + g_n)t}{2}, \quad (1)$$

де  $g_1, g_n$  – кількість розсолів, утворених за рахунок вилуговування атмосферними опадами соляної поверхні відповідно за перший рік і на кінець освоєння родовища, млн.м<sup>3</sup>;

$t$  – термін освоєння, роки.

З формули (1)

$$g_1 = S_1 \cdot a; \quad g_n = S_n \cdot a, \quad (2)$$

де  $S_1, S_n$  – площі сольової поверхні за перший рік і на кінець освоєння, які зазнають процесів вилуговування атмосферними опадами, м<sup>2</sup>;

$a$  – сумарна річна кількість атмосферних опадів, м.

Результати розрахунків свідчать, що на кінець освоєння родовища Велика Белина солевідвалами і хвостосховищами може бути відчужено 370 га родючих земель і утворено 176,1 млн. м<sup>3</sup> розсолів та 54 млн. м<sup>3</sup> глинисто-сольових шламів – джерел засолення природних вод.

**Висновки.** Масштаб і характер змін природного стану довкілля в процесі розробки калійних родовищ залежать від виробничої потужності підприємств, технології видобування і переробки руд, а також від напрямку зміни сучасних природних процесів у його зовнішній і внутрішній зонах природного середовища. Зміни стану геологічного середовища калійних родовищ під дією техногенних чинників виникають з початку їх експлуатації, а тому методи, які розглянуті в статті, є важливими для прогнозування цих змін.

### Література

1. Адаменко О. М. Екологічна безпека збалансованого ресурсокористування в Карпатському регіоні. Монографія. / О. М. Адаменко, Я. О. Адаменко, Л. М. Архипова та інші. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2013. – 368 с.
2. Андреичев А. Н. Разработка калийных меторождений. / А. Н. Андреичев // М. : Недра. 1966. – 253 с.
3. Мироненко В. А. Охрана подземных вод в горнодобывающих районах / В. А. Мироненко, В. Г. Румынин, В. К. Учаев. – Л. : Недра. 1980. – 320 с.
4. Пермяков Р. С. Технология добычи солей / Р. С. Пермяков, В. С. Романов, М. П. Бельды. – М. : Недра. 1981. – 250 с.
5. Семчук Я. М. Екологічні проблеми гірничопромислових комплексів / Я. М. Семчук, Л. Я. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2010. – № 1. – С. 24-27.
6. Семчук Я. М. Екологічні проблеми Калуського гірничопромислового регіону та шляхи їх вирішення / Я. М. Семчук, Л. Я. Савчук // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування. – 2011. – № 1. – С. 64-69.

*Поступила в редакцію 20 листопада 2014 р.*

*Рекомендував до друку д.т.н. Я.М.Семчук.*